



**UNIVERSITAT DE LLEIDA**

TRABAJO FINAL DE GRADO

FACULTAD DE ENFERMERÍA Y FISIOTERAPIA  
GRADO EN FISIOTERAPIA

“Efectos del entrenamiento propioceptivo y potenciación del bíceps femoral para prevenir lesiones del Ligamento Cruzado Anterior en jugadores profesionales de fútbol”

“Effects of proprioceptive training and strengthening of the femoral biceps to prevent injuries of the Anterior Cruciate Ligament in professional soccer players”

Realizado por: JOSÉ MIGUEL SÁNCHEZ BRITO

Tutora: CAROLINA CLIMENT SANZ

2017-2018

25-MAYO-2018

## Índice

Resumen.....	7
Abstract .....	8
1. Introducción .....	9
2. Marco teórico.....	10
<b>2.1. Lesiones LCA en fútbol</b> .....	10
2.1.1. Factores de riesgo.....	11
<b>2.2. Ligamento Cruzado Anterior</b> .....	11
2.2.1. Anatomía.....	11
2.2.2. Biomecánica .....	13
<b>2.3. Bíceps femoral</b> .....	13
2.3.1. Anatomía.....	13
2.3.2. Biomecánica .....	14
<b>2.4. Relación funcional LCA y Bíceps Femoral</b> .....	14
<b>2.5. Lesión del LCA</b> .....	14
<b>2.6. Tratamiento convencional</b> .....	15
2.6.1. Tipos de cirugía.....	15
2.6.2. Tratamiento en fisioterapia.....	16
<b>2.7. Tratamiento experimental</b> .....	16
<b>2.8. Justificación</b> .....	16
3. Hipótesis .....	17
4. Objetivos .....	17
<b>4.1. General</b> .....	17
<b>4.2. Específicos</b> .....	17
5. Metodología.....	18
<b>5.1. Diseño</b> .....	18
<b>5.2. Sujetos del estudio</b> .....	18
<b>5.3. Variables del estudio</b> .....	20

<b>5.4. Recogida de datos .....</b>	<b>20</b>
<b>5.5. Generalización y aplicabilidad .....</b>	<b>21</b>
<b>5.6. Análisis estadístico.....</b>	<b>22</b>
<b>5.7. Plan de intervención .....</b>	<b>22</b>
6. Calendario.....	29
7. Limitaciones y posibles sesgos .....	33
8. Aspectos éticos.....	33
9. Organización del estudio .....	34
10. Presupuesto .....	35
11. Bibliografía .....	38
12. Anexo.....	45

## Índice de tablas

Tabla 1.....	35
Tabla 2.....	36
Tabla 3.....	36

## Índice de imágenes

Imagen 1.....	10
Imagen 2.....	12
Imagen 3.....	12
Imagen 4.....	12
Imagen 5.....	13
Imagen 6.....	15
Imagen 7.....	15
Imagen 8.....	23
Imagen 9.....	24
Imagen 10.....	24
Imagen 11.....	24
Imagen 12.....	24
Imagen 13.....	25
Imagen 14.....	25
Imagen 15.....	26
Imagen 16.....	26
Imagen 17.....	26
Imagen 18.....	27
Imagen 19.....	27
Imagen 20.....	28
Imagen 21.....	28
Imagen 22.....	28
Imagen 23.....	29

## Listado de abreviaturas

LCA → Ligamento Cruzado Anterior

ECA → Ensayo Clínico Aleatorizado

ACL → Anterior Cruciate Ligament

SEBT → Star Excursion Balance Test

PL → Fascículo Posterolateral

AM → Fascículo Anteromedial

LCP → Ligamento Cruzado Posterior

SPSS → Statistical Package for the Social Sciences

HUAV → Hospital Universitario Arnau Vilanova

## Resumen

**Pregunta de investigación:** ¿Cuáles son los efectos del entrenamiento propioceptivo y la potenciación del bíceps femoral para prevenir lesiones de Ligamento Cruzado Anterior (LCA) en jugadores profesionales de fútbol?

**Objetivo:** Evaluar los efectos del entrenamiento propioceptivo y la potenciación del bíceps femoral en la prevención de lesiones del LCA en jugadores profesionales de fútbol en comparación con el abordaje convencional.

**Metodología:** Se llevará a cabo un estudio experimental de tipo ensayo clínico controlado aleatorizado y de doble ciego. La muestra será de 180 jugadores de fútbol profesional de Primera División y dados de alta en la Federación Española de Fútbol, de edades comprendidas entre 18 y 40 años que serán divididas en dos grupos de 90 siendo uno el grupo control y el otro experimental. El grupo control recibirá un protocolo de prevención para LCA, mientras que el experimental recibirá, además del mismo protocolo, ejercicios más específicos para bíceps femoral y un entrenamiento propioceptivo. El tiempo de la intervención será de 11 meses en la cual se llevará a cabo 1 valoración inicial, 3 en medio, 1 final y 1 a los seis meses de haberla finalizado.

**Palabras clave:** Ligamento cruzado anterior, prevención, fútbol profesional, bíceps femoral, propiocepción.

### Abstract

**Clinical question:** What are the effects of proprioceptive training and the strengthening of the femoral biceps to prevent anterior cruciate ligament (ACL) injuries in professional soccer players?

**Objective:** To evaluate the effects of proprioceptive training and the enhancement of the femoral biceps in the prevention of ACL injuries in professional soccer players in comparison to the conventional approach.

**Methods:** A randomized double-blind controlled trial will be carried out. The sample will be of 180 professional soccer players from First Division and discharged in the Spanish Soccer Federation of ages between 18 and 40 years that will be divided in two groups of 90 being one the control group and the other experimental group. The control group will receive a prevention protocol for ACL, while the experimental group will receive, in addition to the same protocol, more specific exercises for femoral biceps and proprioceptive training. The intervention time will be 11 months in which 1 initial assessment will be carried out, 3 half way through, 1 final assessment and 1 after six months of completion.

**Keys words:** Anterior cruciate ligament, prevention, professional soccer, femoral biceps, proprioception.



## 1. Introducción

Una lesión está definida como “cualquier queja física sufrida por un jugador que resulta de un partido de fútbol o entrenamientos, con independencia de la necesidad de atención médica o el tiempo perdido” (1,2). Una vez definido el principal concepto, definiremos la patología del Ligamento Cruzado Anterior (LCA) dentro de la articulación de la rodilla (1).

El mecanismo de lesión del LCA es un valgo o varo forzado. El LCA es el principal estabilizador de la rodilla, en la mayoría de la población joven la cirugía es la mejor opción aunque hay controversia por saber que reconstrucción utilizar ya que hay diferentes tipos como la del tendón rotuliano, cintilla iliotibial o tendones isquiotibiales (1,3).

La ayuda de programas de prevención junto con el análisis de los factores de riesgo ha disminuido considerablemente el número de lesiones de LCA por lo que haremos hincapié en una prevención en la cual se base a parte del protocolo general de LCA post cirugía, en hacer ejercicios específicos de bíceps femoral y entrenamiento de la propiocepción (3,4).

El bíceps femoral es el músculo de los isquiotibiales que mayor carga soporta por lo que una debilidad de este músculo provoca una anteriorización de la articulación de la rodilla favoreciendo a una mayor tensión del LCA y a una posible lesión de éste (5).

El objetivo de este ECA es investigar los efectos del entrenamiento propioceptivo y de una intervención de potenciación del bíceps femoral para la prevención de lesiones del LCA en jugadores profesionales de fútbol.

## 2. Marco teórico

### 2.1. Lesiones LCA en fútbol

El fútbol es un deporte de equipo de contacto con un nivel alto de exigencia y una condición física importante, en el cual el 93% de las lesiones traumáticas se producen en las extremidades inferiores (2). Dentro de este porcentaje 1 de cada 3 son en la rodilla dando un porcentaje del 42.3% son rupturas de LCA (imagen 1). Además, las posibilidades de una recidiva aumentan considerablemente en comparación si no estuviera lesionada (1,6).



**Imagen 1. Movimientos de lesión traumática del LCA (7).**

Por otro lado, alrededor de un 50% de las lesiones de LCA se produce con un cambio de dirección brusco sobre la pierna que se lesiona y tan solo un 7-10% en la pierna contraria del giro. El 26% de las mismas son al aterrizar después de un salto. Cabe destacar, que en el momento de la lesión el pie no se encontraba apoyado en el suelo (4).

Otro factor relevante, es que las mujeres tienen un mayor riesgo de sufrir esta lesión que los hombres ya que sus ratios son mucho mayores en ellas que ellos. De este modo, el colágeno y el tamaño del LCA son factores que hace decantar la balanza en contra de la mujer (3,8–10).

### 2.1.1. Factores de riesgo

#### ✓ Medioambientales

Aumentar la fricción entre el suelo y el calzado mejora el rendimiento, pero también aumenta el riesgo de producir una lesión con o sin contacto (11).

#### ✓ Anatómicos

El tamaño de la escotadura intercondílea del fémur, el tamaño del LCA y la alineación anatómica de las extremidades inferiores produce riesgo de lesión del LCA (11).

#### ✓ Biomecánicos

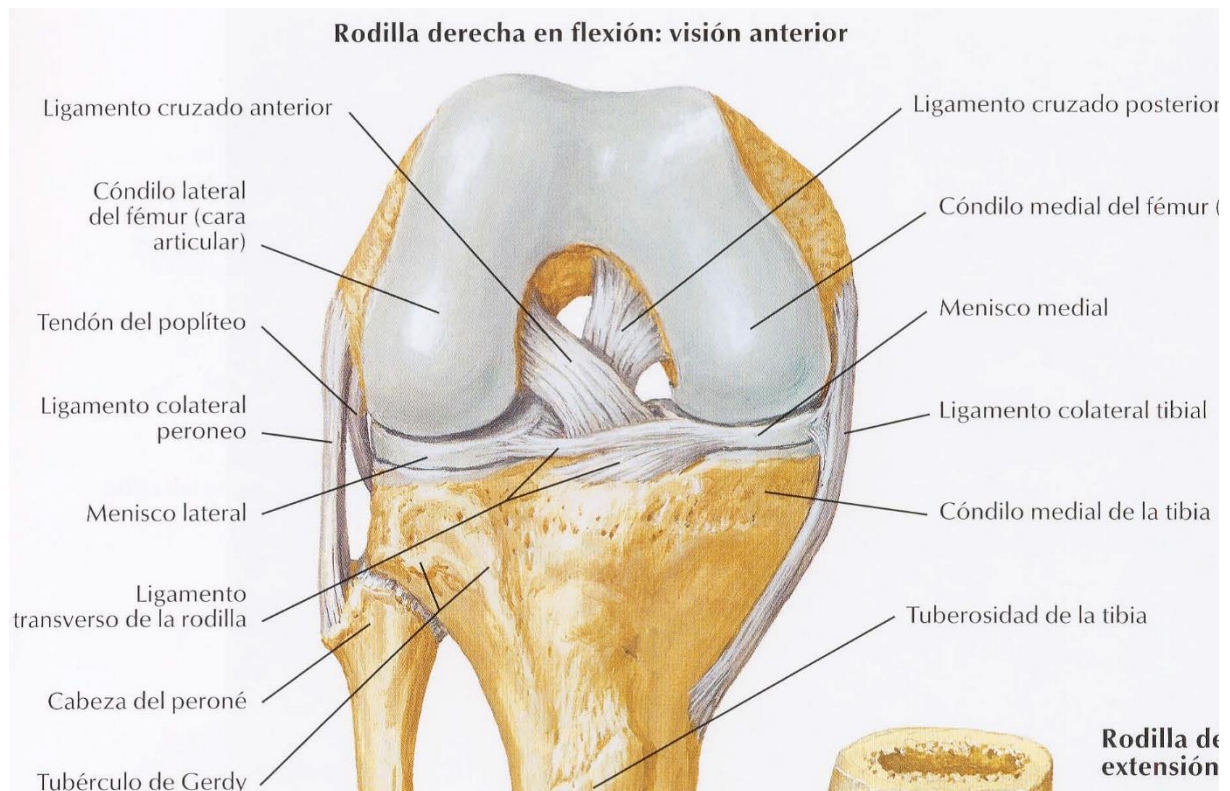
La rodilla al ser solo un eslabón de la cadena cinética, la función del tronco, cadera y tobillo tienen una gran relevancia ante el riesgo de lesión del LCA. En las lesiones sin contacto la principal causa es la desaceleración pivotando sobre la pierna, cambiando de dirección o al aterrizar de un salto. Por último, la activación del cuádriceps durante la contracción excéntrica es un factor de riesgo importante en las lesiones del LCA (11).

## 2.2. Ligamento Cruzado Anterior

La lesión de LCA se produce por el movimiento anterior de la tibia y el valgo de la rodilla, con la articulación en extensión y un aumento del tono muscular de los cuádriceps y gastrocnemios, de tal forma que todo el peso se transmite sobre la extremidad inferior superando la resistencia del ligamento y provocando su ruptura (1,3).

### 2.2.1. Anatomía

El ligamento cruzado anterior es una estructura intraarticular y extrasinovial. Su inserción proximal está situada en la porción más posterior de la cara interna del cóndilo femoral externo, transcurre en dirección distal-anterior-interna, abriéndose en abanico hacia su inserción distal en la región antero-interna de la meseta tibial entre las espinas tibiales. estructuralmente está compuesto por fibras de colágeno rodeadas de tejido conjuntivo laxo y tejido sinovial (12).

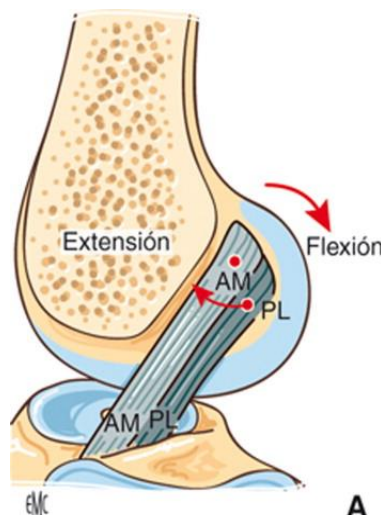


**Imagen 2. Anatomía de la rodilla (13).**

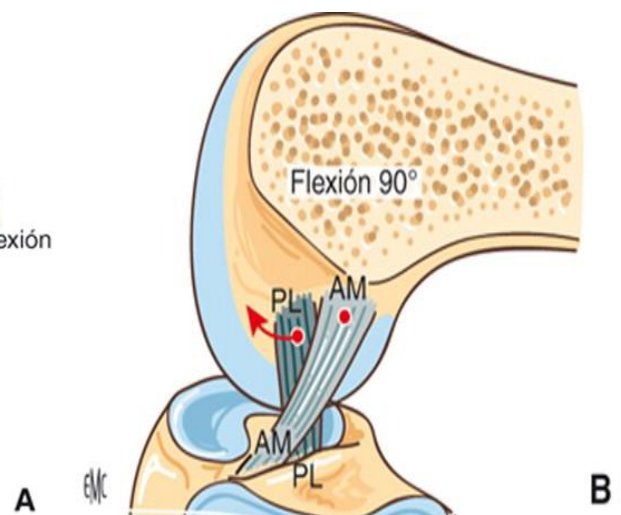
La vascularización del LCA es escasa y depende de la arteria geniculada media. En cuanto a su inervación, son responsables las ramificaciones del nervio tibial; tiene una escasa capacidad de cicatrización tras su lesión o reparación quirúrgica, obligando a realizar técnicas de reconstrucción-sustitución ligamentosa (12,14).

Habitualmente se describen dos fascículos (12,15):

- El fascículo posterolateral (PL) se refiere al más posterior y externo en la tibia y al más posterior y distal en el fémur. Imagen 3.



**Imagen 3. Fascículos en extensión de rodilla (16).**



**Imagen 4. Fascículos en flexión de rodilla (16).**

- El fascículo anteromedial (AM) es el más anterior e interno en la tibia y el más anterior y proximal en el fémur. Imagen 4.

El fascículo AM es la parte estructural más anterior y más expuesta a traumatismos. Cuando se flexiona, la rodilla tensa el fascículo AM y el ligamento rota 90° sobre sí mismo. Cuando la rodilla se extiende, se tensa la banda PL y el ligamento se aplanan y ensancha. Por este motivo, los dos haces están en paralelo en extensión y retorcidos en flexión (12).

### 2.2.2. Biomecánica

El LCA es la primera barrera para el desplazamiento anterior de la tibia, ya que no permite el desplazamiento de ésta. Dicho esto, el LCA (junto con el LCP) determina la combinación de rodamiento y deslizamiento de la tibia sobre el fémur. Una deficiencia del LCA no solo provoca inestabilidad, sino que también una alteración en la mecánica de la articulación (15).

Cuando hay una lesión del LCA cabe la posibilidad de que la tibia se subluje anteriormente con sus signos clínicos correspondientes, aunque también puede haber cambios de la función articular como lo son el desplazamiento en la localización del centro de rotación instantáneo, afectando a los vectores de velocidad, cuyo aspecto es el de estar paralelo, dejen de estarlo. De esta forma, se producen fuerzas compresivas a través de la articulación acompañando frecuentemente las lesiones de este ligamento (15,17).

## 2.3. Bíceps femoral

### 2.3.1. Anatomía

El bíceps femoral es un músculo biarticular ya que su origen e inserción engloba dos articulaciones como son la cadera y la rodilla. En cuanto al origen la cabeza larga nace en la tuberosidad isquiática y la corta en el labio lateral de la línea áspera. La inserción de la cabeza larga es la misma que la corta siendo en la parte lateral de la cabeza del peroné y tibia (imagen 5). Está inervado por el nervio ciático L5-S2 y su función principal es la flexión de rodilla y la extensión de cadera (18).



**Imagen 5. Dos porciones del bíceps femoral (19).**

### 2.3.2. Biomecánica

El bíceps femoral actúa como estabilizador de la rodilla, tanto de forma dinámica como estática. Al ser biarticular es un músculo importante a la hora de flexionar la rodilla, al caminar y correr para favorecer la marcha. Además también hace extensión de cadera en la fase de apoyo y despegue (5).

### 2.4. Relación funcional LCA y Bíceps Femoral

Bien es cierto, que los isquiotibiales frenan el desplazamiento de la tibia respecto al fémur. Estudios previos han demostrado que el incremento de la fuerza en los isquiotibiales disminuye la tensión en el LCA mientras la rodilla se encuentra en flexión, por lo que una debilidad de los mismos produce un aumento del riesgo de que se produzca una lesión de LCA (20–22).

Asimismo, los isquiotibiales son agonistas dinámicos del LCA y previenen de forma importante la subluxación de la articulación de la rodilla, por lo que una atrofia de estos músculos provoca síntomas graves incrementando la discapacidad funcional favoreciendo a que el riesgo de tener una lesión de LCA aumente considerablemente (23).

Los isquiotibiales tienen un papel fundamental en las lesiones de LCA como ya hemos hablado anteriormente, por este motivo, si desglosamos los tres músculos que lo forman diferenciando medial (semimembranoso y semitendinoso) y lateral (bíceps femoral) podemos afirmar que quien soporta cargas mayores es la parte lateral. Una debilidad de este músculo provoca mayor tensión en la parte medial favoreciendo un valgo y provocando una mayor tensión del LCA (5).

### 2.5. Lesión del LCA

El paciente con lesión del LCA presenta diversas modificaciones en la biomecánica (3):

- Una alteración de la marcha en semiflexión, que le requiere una mayor funcionalidad de la musculatura isquiotibial (incremento de la fuerza y prolongación de la acción muscular).
- Alteración del torque flexo-extensor en fase de apoyo.



- Deterioro muscular del cuádriceps, que le coacciona a una serie de estrategias musculares dinámicas y estáticas para la estabilización de la articulación.
- Limitación de la extensión y rotación de su rodilla, con la sobrecarga y posiblemente daño al cartílago y meniscos articulares.

## 2.6. Tratamiento convencional

### 2.6.1. Tipos de cirugía

Existen dos tipos de cirugía de reconstrucción utilizadas en el LCA. Por un lado (imagen 6), se utiliza la técnica de Hueso-Tendón-Hueso (H-T-H) y, por otro lado (imagen 7), la técnica de Tendón de isquiotibiales (ST-RI) en las cuales según un estudio realizado se observó que no hay diferencia en ninguna de las dos a los 3, 6 y 12 meses post operación. En cambio, al tratarse de deportistas profesionales es más adecuada la H-T-H ya que la carga física del fútbol es necesario que la zona isquiotibial esté intacta (24,25).



**Imagen 6. Cirugía T-H-T (26).**



**Imagen 7. Cirugía Tendón de isquiotibiales (27).**

En cambio, otro estudio ha demostrado que la técnica ST-RI da mejores resultados en estabilidad, función, satisfacción, síntomas, y nivel de actividad (24,28). Sin embargo, existen muchas dudas con este tipo de técnica ya que forma parte del grupo isquiotibial conocidos como el antagonista del LCA. Por este motivo, se puede tener un mayor riesgo en lesiones recurrentes del LCA, tras minimizar la fuerza de traslación posterior frenando el movimiento del LCA (24,29).

Asimismo, existe la utilización de dos injertos como son el aloinjerto cuya característica principal es que proviene de otra persona y tiene consecuencias como son transmisión de enfermedades, reacciones inmunes, el coste del injerto, entre otras, por lo que el autoinjerto es el más utilizado en las intervenciones de LCA (24,30).

#### 2.6.2. Tratamiento en fisioterapia

El tratamiento en fisioterapia se basa en la evidencia científica sobre que protocolos de prevención llevar a cabo de manera convencional en los cuales se hacen diferentes ejercicios para reducir las lesiones de LCA. Los ejercicios de los protocolos se dividen en (3,11,24,31):

- ❖ Ejercicios de amplitud de movilidad.
- ❖ Ejercicios de fortalecimiento.
- ❖ Deambulaciones sin carga y con carga parcial.
- ❖ Ejercicios isotónicos en cadena cinética abierta.
- ❖ Ejercicios de fortalecimiento en cadena cinética cerrada.
- ❖ Ejercicios pliométricos.
- ❖ Ejercicios isocinéticos.
- ❖ Ejercicios para restablecer el control neuromuscular.

#### 2.7. Tratamiento experimental

Todos los protocolos de prevención de LCA se realizan de la misma forma centrándose en general y no de forma específica en los factores más importantes (3,11,24,31). Uno de los claros ejemplos es el protocolo de prevención de lesiones de 11+ en el cual se hace de forma muy general (32).

Sin embargo, En este ECA a parte de hacer el protocolo de prevención general de LCA, nos centraremos en un programa de ejercicios para el bíceps femoral y sesiones más intensas de propiocepción de la articulación de la rodilla.

#### 2.8. Justificación

La lesión de LCA es una de las más comunes en deportes de equipo. Asimismo, más del 90% de las lesiones producidas en el fútbol son en las extremidades inferiores, dando como resultado que 1 de cada 3 sean en la articulación de la rodilla cuyo porcentaje es del 42% en el LCA (1,6).



Asimismo, una atrofia de la musculatura isquiotibial aumenta la discapacidad funcional. Por otro lado, son los isquiotibiales quienes actúan como agonistas del LCA previniendo la subluxación de la articulación de la rodilla (23).

El bíceps femoral es el músculo de los isquiotibiales que mayor carga soporta por lo que una debilidad de este músculo provoca una anteriorización de la articulación de la rodilla acompañado por un valgo cuya finalización es una mayor tensión del LCA. Sin embargo, una contracción y fortalecimiento de este músculo provoca una rotación externa quitando tensión al LCA (5).

No obstante, la propiocepción también tiene un papel importante a la hora de recuperar una lesión de LCA. Los mecanorreceptores periféricos contribuyen a la propiocepción y se distribuyen en abundancia por toda la articulación, músculos, tejido conectivo y los ligamentos por lo que juegan un papel considerable en el control neuromuscular y muscular (23,33). En concreto, los receptores de tipo I, II y III se encuentran en abundancia en el LCA (23,34).

Por otro lado, la propiocepción aumenta considerablemente 9 meses después de la operación del LCA y el aumento de la estabilidad de la rodilla facilita la recuperación de la propiocepción (23,35).

### 3. Hipótesis

Trabajar la propiocepción y potenciar el bíceps femoral previene lesiones del Ligamento Cruzado Anterior en jugadores de fútbol profesional.

### 4. Objetivos

#### 4.1. **General**

- 👁 Evaluar los efectos del entrenamiento propioceptivo y la potenciación del bíceps femoral en la prevención de lesiones del LCA en jugadores profesionales de fútbol en comparación con el abordaje convencional.

#### 4.2. **Específicos**

- ✓ Analizar los efectos del entrenamiento propioceptivo y la potenciación del bíceps femoral en:
  - Fuerza del músculo bíceps femoral
  - La propiocepción de la rodilla.

- Lesiones del LCA en una temporada
- ✓ Comprobar si los resultados de nuestra intervención se prolongan a largo plazo.

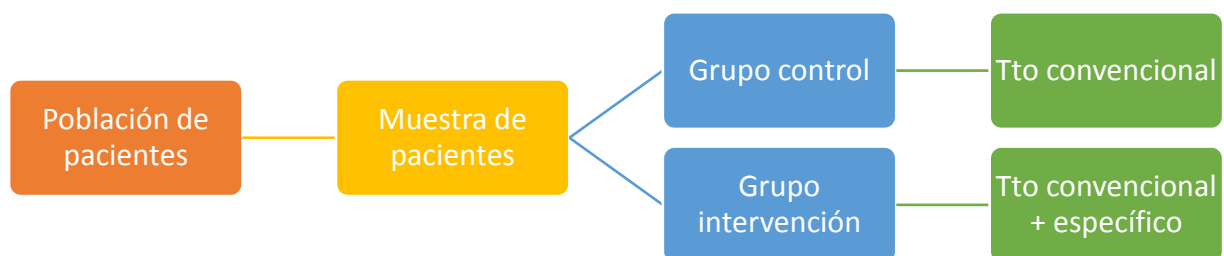
## 5. Metodología

### 5.1. Diseño

El estudio que vamos a elaborar será un ensayo clínico controlado aleatorizado (ECA) de tipo experimental y de ciego doble, en el cual el observador no conocerá la información y el grupo de cada sujeto ni los pacientes sabrán que tipo de intervención se les hace.

Un ensayo clínico consiste en un experimento planificado cuyo objetivo es evaluar la eficacia de una intervención sanitaria. De este modo, al ser un estudio experimental, el grupo de investigación controla todas las variables de un grupo de sujetos aleatorios con un determinado trastorno (36).

En este estudio, utilizaremos un programa estadístico llamado SPSS para formar dos grupos aleatorizados. Un grupo control que recibirá un tratamiento convencional para la rehabilitación del LCA y otro grupo experimental que además de recibir el tratamiento convencional, recibirá un programa de ejercicios para el músculo bíceps femoral en específico además de sesiones más intensas de propiocepción. Se llevará a cabo mediante profesionales de fisioterapia, especializados en fisioterapia deportiva y que tengan conocimientos sobre la readaptación deportiva. Dichos profesionales deben estar altamente acreditados para poder llevar a cabo el estudio. Asimismo, serán previamente informados de como haremos la intervención para conservar la mayor homogeneidad posible.



### 5.2. Sujetos del estudio

La población diana del estudio va dirigido a hombres entre 18 y 40 años que estén federados en la Federación Española de Fútbol. En primer lugar, nos pondremos en contacto con la misma para saber cuántas personas están interesadas

en participar en nuestro ECA, siempre y cuando entren en nuestros criterios de inclusión y firmen el consentimiento informado (Anexo 1).

#### Criterios de inclusión

- Jugadores profesionales de fútbol de Primera División.
- Hombres
- Edad entre 18 y 40 años
- Haber leído y firmado el consentimiento informado.

Para calcular el tamaño ideal de la muestra utilizaremos la fórmula de poblaciones finitas. Según la Federación Española de Fútbol, en la Liga Española hay 611 futbolistas profesionales que se dedican a jugar a fútbol en la categoría estrella de España (37,38). Una vez conocido el tamaño de la población será calculada por la siguiente fórmula (39):

$$n = \frac{N \cdot Z_{\alpha}^2 \cdot p \cdot q}{d^2(N - 1) + Z_{\alpha}^2 \cdot p \cdot q}$$

Donde:

- 👁 n: Tamaño de la muestra
- 👁 N: Tamaño de la población
- 👁  $Z_{\alpha}^2$  : Valor obtenido mediante niveles de confianza
- 👁 p: proporción esperada
- 👁 q: 1 – p
- 👁 d: precisión 111.492836 --- 0.549 ---- 0.731476

$$n = \frac{611 \cdot 1.96^2 \cdot 0.05 \cdot 0.95}{0.03^2(611 - 1) + 1.96^2 \cdot 0.05 \cdot 0.95} = 152.42 \cong 152$$

Como resultado final tenemos a 152 jugadores que podrán llevar a cabo el estudio. No obstante, tenemos que tener en cuenta los abandonos y perdidas que pueda haber durante el estudio por lo que mediante la siguiente fórmula del tamaño muestral ajustado a las pérdidas podremos decir el número definitivo de jugadores.

$$n^1 = n \cdot \frac{1}{1 - R}$$

Donde:

- 👁 n1: número de sujetos ajustado a las pérdidas
- 👁 n: número de sujetos sin pérdidas
- 👁 R: proporción esperadas de pérdidas

$$n^1 = 152.42 \cdot \frac{1}{1 - 0.15} = 179.31 \cong 179$$

Dado un número impar, nos quedaremos con 180 para que haya las mismas personas en ambos grupos.

### **5.3. Variables del estudio**

#### Variable independiente

- ❖ Tratamiento: protocolo de ejercicios de prevención de LCA (grupo control) y protocolo, ejercicios específicos para bíceps femoral y aumento de la propiocepción (grupo experimental).

#### Variables dependientes

- ❖ Lesión de LCA: en un Excel se llevará un registro anotando todas las lesiones de LCA durante el periodo que dure la intervención de 11 meses.
- ❖ Propiocepción de la rodilla: para poder medir esta variable utilizaremos el SEBT test, que es un test validado donde se valora la estabilidad y el equilibrio de la rodilla (40), el cual haremos antes de hacer la intervención y en cada una de las evaluaciones del proyecto a ver si hay mejoría.
- ❖ Fuerza del bíceps femoral: en este caso, utilizaremos un dinamómetro para medir la fuerza que realiza este músculo.

### **5.4. Recogida de datos**

En primer lugar, debemos explicar que la confidencialidad de datos de los integrantes del estudio estará protegida y se respetará la intimidad y a privacidad de éstos.

Desde el momento cero en el que los participantes llegan para saber el funcionamiento del estudio, se les entregará un número de identificación para proteger

íntegramente sus datos personales, de esta forma, en ningún momento aparecerán a lo largo de todo el estudio.

Existirá una hoja elaborada mediante Excel de cada participante donde se anotarán cada una de las valoraciones que se le haga durante todo el estudio. Esta hoja seguirá un código para que todos los profesionales puedan entenderla de la misma forma y se eviten posibles confusiones y malentendidos entre los mismos.

El encargado de realizar las valoraciones será un fisioterapeuta cualificado que una vez haya anotado todas sus valoraciones las exportará al programa SPSS para ser analizados. El fisioterapeuta estará completamente cegado ya que no conocerá a las personas ni ningún dato que los relacione, solo los números de identificación y no sabrá si son del grupo convencional o experimental.

La recogida de datos se llevará a cabo cinco veces, cuatro durante el estudio (inicio, 3 meses, 7 meses, 11 meses) y una cuando hayan pasado 6 meses más a ver si los cambios permanecen.

#### **5.5. Generalización y aplicabilidad**

Si nuestra hipótesis fuera aceptada, potenciando el bíceps femoral e incrementando el trabajo de propiocepción disminuiría el riesgo a sufrir lesiones de LCA, reduciríamos considerablemente el número de lesionados al año provocando una disminución del coste a la sanidad y un aumento de carga de trabajo para disfrutar aún más del deporte del fútbol. Todo esto, respaldado por la evidencia que a ello conlleva.

Se podrían extrapolar los resultados a todo el fútbol mundial e incluso en categorías no profesionales como son las amateur y categorías inferiores. Sin embargo, se debe seguir estudiando ya que el alto rendimiento exige una carga mayor de ejercicio para mantener un buen nivel físico.

Asimismo, se podría aplicar a la carrera de fisioterapia, másteres, grados de actividad física y deportes como materia fundamental en la prevención de lesiones de LCA. Sin embargo, aunque contemos con buenos resultados, se debe seguir investigando y mejorando los estudios ya existentes para poder obtener un resultado aún mejor.

## **5.6. Análisis estadístico**

Referente a los resultados serán plasmados en un Excel y a su vez serán analizados en un programa de analítica predictiva SPSS.

Por un lado, la parte descriptiva de la muestra estará representada mediante tablas de frecuencia, en la cual podemos calcular las medidas de dispersión como pueden ser los índices de tendencia central (media, mediana y moda), el rango intercuartílico o la desviación típica y los índices de forma o asimetría.

Por otro lado, se pueden analizar las variables de forma individual mediante el estudio univariante y compararlas entre sí con las variables relacionadas mediante el estudio bivariante. Para ello, utilizaremos las tablas estadísticas de Correlación de Pearson, T-student y Chi-cuadrado. Las variables cuantitativas continuas utilizaremos un histograma y para el resto de las variables usaremos un diagrama de barras.

Para finalizar, nos centraremos en la inferencia estadística en la cual utilizaremos las tablas de contingencia para analizar los datos. Asumiremos un error del 0.05 que supone un 5% teniendo en cuenta el intervalo de confianza del 95%. Asimismo, para la hipótesis usaremos una comparación entre la nula y la alternativa para poder obtener nuestras conclusiones.

Una vez que tengamos todos los datos y hayamos obtenido todos los resultados, serán analizados y elegiremos los más significativos para ser expuestos y publicados en el estudio.

## **5.7. Plan de intervención**

El tiempo total del estudio es de 2 años y 3 meses. El proyecto empezará en enero del 2019 en el cual tendremos 6 meses para redactar el proyecto, conseguir los recursos humanos y materiales necesarios y la muestra para poder realizar el proyecto.

Seguidamente, el proyecto dispone de 11 meses de duración, lo que equivale a una temporada de fútbol oficial empezando en agosto y acabando en junio del año siguiente. Las dos primeras semanas se harán las valoraciones iniciales a cada uno de los jugadores, al ser dos grupos de 90 personas, necesitamos un poco más de tiempo para poder hacer todas las anotaciones antes de empezar oficialmente el proyecto. Las siguientes valoraciones se harán a los tres meses (octubre), a los siete

meses (febrero) y a los 11 meses (junio), todas ellas, se harán en el Hospital Universitario Arnau de Vilanova. Por último, habrá una valoración a los 6 meses finales después de haber acabado el proyecto diciembre 2020 para ver si los resultados tienen efecto a largo plazo.

Después de la última valoración, tendremos 3 meses para acabar de recoger y analizar los datos y acabar de redactar el proyecto. Por lo que en marzo de 2021 se daría por finalizado.

En cuanto a la intervención será 2 veces por semana (lunes y jueves) con una duración de 40 minutos cada día, siendo las mismas sesiones cada semana de cada mes (41–43). El grupo control, recibirá como tratamiento un protocolo de ejercicios que se llevan a cabo en la prevención de LCA. Sin embargo, el grupo experimental tendrá los mismos ejercicios que el control, pero añadiremos ejercicios específicos para el bíceps femoral y aumentaremos ejercicios de propiocepción.

Grupo control (44–46):

Lunes

Calentamiento 10'	Ejercicios 30'
<p><b>5' carrera continua + 5' de posición de pelota (oposición de dos equipos por conseguir el dominio de la pelota)</b></p>	<p>Sentadilla zancada → consiste en dar un paso adelante y bajar la rodilla trasera casi hasta tocar el suelo sin llegar a tocarlo, volver a subir y adelantar la otra pierna para repetir con la pierna contraria. 3 series de 10 repeticiones.</p> <div data-bbox="798 1496 1114 1733" data-label="Image"> </div> <p>Imagen 8</p> <p>Pliometría con salto → saltar de un lado al otro del cono, primero de derecha a izquierda y después de delante a detrás. 3 series de 20 repeticiones con cada ejercicio.</p>



Imagen 9

Imagen 10

Agilidad → colocaremos 4 conos separados 5 metros entre sí, el jugador tendrá que ir hasta el segundo corriendo, volver al primero corriendo de espaldas, avanzar al tercero, volver al segundo de espaldas, avanzar al cuarto, volver al tercero y correr hasta el final, volviendo al principio una vez acabado. Se realiza durante 6 minutos sin parar.



Imagen 11

Jueves

### Calentamiento 10'

**5' carrera continua + 5' de posición de pelota (oposición de dos equipos por conseguir el dominio de la pelota)**

### Ejercicios 30'

Uno de rodillas en el suelo, el compañero le sujeta los tobillos y el otro se deja caer hacia adelante formando un ángulo de 45°. 3 series de 10 repeticiones.



Imagen 12



Levantar una pierna y aguantar el equilibrio con una pelota en las manos, después hacer lo mismo con la otra pierna. 30 repeticiones.



Imagen 13

Recorrer el terreno de juego realizando zancadas levantando las rodillas al máximo. 3 series de 2 minutos.



Imagen 14

Grupo experimental (47,48):

Lunes

Calentamiento 10'	Ejercicios 30'
<b>5' carrera continua + 5' de posición de pelota (oposición de dos equipos por conseguir el</b>	Bíceps femoral → en bipedestación, nos colocamos una pulsera de tobillo y ajustamos el peso a lo que podemos tolerar. Deberemos hacer una extensión de cadera con la pierna completamente en extensión de rodilla. De esta forma haremos trabajar más al bíceps femoral respecto a los otros

**dominio de la  
pelota)**

dos componentes de los isquiotibiales. 3 series de 10 repeticiones.

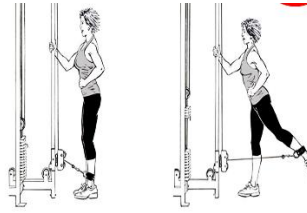


Imagen 15

Con una rodilla encima de un banco fijamos la cadera contralateral, nos colocamos una pulsera de tobillo y ajustamos el peso a lo que podemos tolerar. Deberemos hacer una extensión de cadera con la pierna completamente en extensión de rodilla. De esta forma haremos trabajar más al bíceps femoral respecto a los otros dos componentes de los isquiotibiales. 3 series de 10 repeticiones.

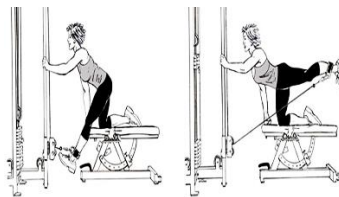


Imagen 16

Pondremos peso en una barra, en bipedestación haremos una flexión de tronco con una ligera flexión de rodilla de forma que trabajarán los isquiotibiales (más el bíceps femoral que los otros dos componentes) 3 series de 10 repeticiones.



Jueves

**Calentamiento 10' Ejercicios 30'**

**5' carrera continua + 5' de posición de pelota (oposición de dos equipos por conseguir el dominio de la pelota)**

Propiocepción → de forma monopodal, trataremos de hacer flexión de rodilla aguantando el equilibrio. También se le pueden pedir solicitaciones en el apoyo. 3 series de 10 repeticiones.



Imagen 18

Una pierna encima de la fitball con flexión de rodilla y extensión de la pierna contralateral. Se le pide que haga presión contra la pelota. También se le puede pedir solicitaciones en el apoyo. 3 series de 10 repeticiones.



Imagen 19

Sentadilla con fitball en la espalda y una tabla inestable en las piernas. 3 series de 10 repeticiones.



Imagen 20

Monopodal encima de un bosu, con ligera flexión de rodilla, llevamos el peso del cuerpo de adelante a detrás (hacer fuerza en la punta y talón del pie). 3 series de 10 repeticiones.

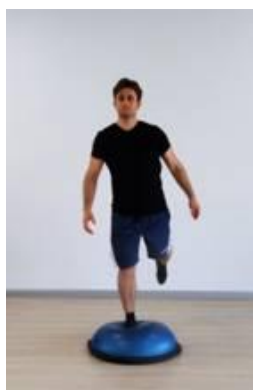


Imagen 21

Encima de un bosu lanzaremos una pelota y él tiene que devolverla de diferente forma (cabeza, pie, rodilla). 3 series de 10 repeticiones.



Imagen 22

Colocaremos 2 bosus en el suelo, tendrá que hacer saltar de bosu a bosu con una sola pierna. 3 series de 10 repeticiones.



Imagen 23

## 6. Calendario

Mediante un cronograma haremos una leyenda para entender que plazos, días y tiempo realizaremos cada una de las partes del proyecto.

- Enero 2019, 7 meses para redactar el proyecto, conseguir los recursos humanos y materiales necesarios y la muestra para poder realizar el proyecto.
- El primer mes, el fisioterapeuta redactará el proyecto.
- Los tres primeros meses, la dirección del estudio se pone en contacto con la Federación Española de Fútbol, éstos con los clubes y a su vez con los jugadores. Tienen 2 meses para poder pensarlo y decidir.
- Valoración inicial de los jugadores.
- Agosto 2019, se inicia el proyecto con una duración de 11 meses y disponemos a empezar con las sesiones dos por semana.
- Valoraciones de los jugadores a los 3, y 7 meses.
- Valoración final a los 11 meses.
- Julio 2019, durante 6 meses recogida de datos finales y análisis de éstos.
- Valoración después de 6 meses a ver si los efectos se mantienen a largo plazo.
- Enero 2020, 3 meses finales para analizar los últimos datos y sacar las conclusiones finales del estudio.

**ENERO**

lu	ma	mi	ju	vi	sá	do
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	31				

**FEBRERO**

lu	ma	mi	ju	vi	sá	do
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28				

**MARZO**

lu	ma	mi	ju	vi	sá	do
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30	31	

**ABRIL**

lu	ma	mi	ju	vi	sá	do
						1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	29
30						

**MAYO**

lu	ma	mi	ju	vi	sá	do
	1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27
28	29	30	31			

**JUNIO**

lu	ma	mi	ju	vi	sá	do
				1	2	3
4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17
18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	

**JULIO**

lu	ma	mi	ju	vi	sá	do
						1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	29
30	31					

**AGOSTO**

lu	ma	mi	ju	vi	sá	do
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30	31	

**SEPTIEMBRE**

lu	ma	mi	ju	vi	sá	do
					1	2
3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29	30

**OCTUBRE**

lu	ma	mi	ju	vi	sá	do
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	31				

**NOVIEMBRE**

lu	ma	mi	ju	vi	sá	do
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30		

**DICIEMBRE**

lu	ma	mi	ju	vi	sá	do
					1	2
3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29	30
31						

ENERO

lu	ma	mi	ju	vi	sá	do
	1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27
28	29	30	31			

FEBRERO

lu	ma	mi	ju	vi	sá	do
				1	2	3
4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17
18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28			

MARZO

lu	ma	mi	ju	vi	sá	do
				1	2	3
4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17
18	19	20	21	22	23	
24	25	26	27	28	29	30
31						

ABRIL

lu	ma	mi	ju	vi	sá	do
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30					

MAYO

lu	ma	mi	ju	vi	sá	do
		1	2	3	4	5
6	7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25	26
27	28	29	30	31		

JUNIO

lu	ma	mi	ju	vi	sá	do
					1	2
3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29	30

JULIO

lu	ma	mi	ju	vi	sá	do
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	31				

AGOSTO

lu	ma	mi	ju	vi	sá	do
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30	31	

SEPTIEMBRE

lu	ma	mi	ju	vi	sá	do
						1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	29
30						

OCTUBRE

lu	ma	mi	ju	vi	sá	do
	1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27
28	29	30	31			

NOVIEMBRE

lu	ma	mi	ju	vi	sá	do
				1	2	3
4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17
18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	

DICIEMBRE

lu	ma	mi	ju	vi	sá	do
						1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	29
30	31					

**ENERO**

lu	ma	mi	ju	vi	sá	do
		1	2	3	4	5
6	7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25	26
27	28	29	30	31		

**FEBRERO**

lu	ma	mi	ju	vi	sá	do
					1	2
3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29	

**MARZO**

lu	ma	mi	ju	vi	sá	do
						1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	29
30	31					

**ABRIL**

lu	ma	mi	ju	vi	sá	do
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30		

**MAYO**

lu	ma	mi	ju	vi	sá	do
				1	2	3
4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17
18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	31

**JUNIO**

lu	ma	mi	ju	vi	sá	do
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30					

**JULIO**

lu	ma	mi	ju	vi	sá	do
		1	2	3	4	5
6	7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25	26
27	28	29	30	31		

**AGOSTO**

lu	ma	mi	ju	vi	sá	do
					1	2
3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29	30
31						

**SEPTIEMBRE**

lu	ma	mi	ju	vi	sá	do
	1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27
28	29	30				

**OCTUBRE**

lu	ma	mi	ju	vi	sá	do
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30	31	

**NOVIEMBRE**

lu	ma	mi	ju	vi	sá	do
						1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	29
30						

**DICIEMBRE**

lu	ma	mi	ju	vi	sá	do
	1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27
28	29	30	31			



## 7. Limitaciones y posibles sesgos

En el transcurso del estudio pueden aparecer posibles limitaciones debido al tipo de ensayo que es, ya que se trata de ligas profesionales y puede influir en los resultados.

El número de pacientes es bastante considerable y se puede extrapolar al resto de la población, pero la limitación está en que el rango de edad es muy elevado ya que comprenden desde los 18 hasta los 40 años en algunos casos.

Los jugadores son de toda Cataluña y podría haber inconvenientes en reunirlos para hacer las valoraciones correspondientes y controlar las sesiones, debido al gran número de muestra, hay que poder organizarlos a todos en las fechas marcadas para que no haya sesgos.

Cabe destacar, que una de las principales causas es la falta de asistencia de los jugadores por lo mencionado anteriormente. Por lo que para solucionarlo se llevará a cabo una lista de asistencia o abrir convenios con centros en otras partes de Cataluña para favorecer a estos jugadores el desplazamiento y que no haya abandonos.

Por otro lado, se puede dar el sesgo del material de medición, problemas con internet, con el programa o cualquier otro servicio técnico por lo que debe de tenerse en cuenta y revisarlo todo antes de empezar con las sesiones o valoraciones.

Antes de empezar se lleva a cabo una reunión con todas las personas profesionales que intervienen en el estudio con el fin de mantener una igualdad en todo el ensayo y que no haya discriminación o trato diferentes de grupos.

## 8. Aspectos éticos

Este proyecto se llevará a cabo respetando a todos los integrantes de éste, ya sean pacientes o profesionales con los tres principios básicos de la ética como son el respeto a las personas, beneficencia y justicia (49).

Las personas son libres de abandonar el estudio en el momento que lo deseen, pero mientras estén en el mismo se les tratará como agentes autónomos en el cual se han ofrecido voluntariamente y por ello han firmado un consentimiento informado (49).

En el caso de la beneficencia hay dos razones fundamentales como son no causar ningún daño y maximizar los posibles beneficios, de esta forma, sabremos cómo se han sentido ya que pasaremos una valoración para que ellos aporten su opinión y poder mejorar (49).

Por último, en cuanto a la justicia, corresponde a tratar a todos los pacientes por igual de condiciones por lo que un programa se encargará de dividir a los pacientes en el grupo control y el grupo experimental (49). Para llevar a cabo la protección de datos nos basaremos de la “Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre, de Protección de Datos de Carácter Personal” (50) modificada el 24 de mayo de 2018 (51). Otro aspecto importante en la justicia, es que los profesionales sanitarios velarán solícitamente y ante todo por la salud del paciente como así hace referencia en la declaración de Helsinki (52). Asimismo, el informe Belmont también proporciona esta seguridad de la salud de los pacientes (53).

La información a los pacientes será lo más amplia y detallada posible para que lo entiendan a la perfección, de todas formas, habrá a su disposición todos los recursos necesarios por si tienen alguna duda cuando no estén en el estudio físicamente. Los datos personales de cada paciente estarán bajo secreto profesional por lo que en ningún momento serán publicados.

#### 9. Organización del estudio

Para la correcta elaboración del ensayo clínico será necesario 4 fisioterapeutas titulados y con conocimientos en fisioterapia deportiva, la ayuda de 8 estudiantes de fisioterapia de la universidad de Lleida y la ayuda de 1 informático especializado en el manejo del programa SPSS para dar soporte a los fisioterapeutas y por cualquier otro fallo a nivel logístico.

2 fisioterapeutas, junto con la ayuda de 2 fisios voluntarios, se encargarán de la redacción inicial y preparación del proyecto y de redactar las notas finales y sacar todas las conclusiones del estudio.

2 fisioterapeutas, junto con la ayuda de 6 fisios voluntarios, se encargarán de llevar a cabo todas las valoraciones de los participantes y transcribir la información a un Excel de cada persona.

1 informático dará apoyo a todo el ensayo clínico por si hubiese algún tipo de problema a nivel logístico en el cual esta persona se encargará de solucionar cualquier tipo de problema relacionado con este tema.

Después de tener los permisos con el HUAV, también crearemos convenios con gimnasios para poder llevar a cabo las sesiones. Las valoraciones, se realizarán en diferentes puntos de Cataluña para facilitar el desplazamiento de los pacientes y que puedan participar sin que esto sea un impedimento.

#### 10. Presupuesto

Para estimar el coste del ECA dispondremos de tres tablas donde describiremos alquiler y contratos, el material en fisioterapia que necesitaremos y el material de oficina.

Cabe destacar, que la primera tabla (tabla 1) será todo gratuito ya que estableceremos convenios con los centros a cambio de participar en el proyecto y daremos publicidad en todo momento a todos los que hayan querido ofrecer su ayuda.

<b>Alquiler y Contratos</b>	<b>Unidades</b>	<b>Euros</b>	<b>Total</b>
<b>Locales</b>	-	Gratuito	-
<b>Gimnasio</b>	3	Gratuito	-
<b>Fisioterapeutas titulados</b>	4	Gratuito	-
<b>Fisioterapeutas voluntarios</b>	8	Gratuito	-
<b>Informático</b>	1	Gratuito	-

<b>Total</b>			0e
--------------	--	--	----

**Tabla 1. Presupuesto de contrato de alquiler de locales y personal.**

Asimismo, las tablas 2 y 3 hacen referencia a los costes de material en fisioterapia y de oficina para llevar a cabo toda la síntesis del proyecto.

<b>Material de fisioterapia</b>	<b>Unidades</b>	<b>Euros</b>	<b>Total</b>
<b>Dinamómetro Lafayette Nicholas MMT</b>	1	2.080,99e	2.080,99e
<b>Goniómetro metálico</b>	Set 6	360,58e	360,58e
<b>Total</b>	-	-	2441,57e

**Tabla 2. Presupuesto del material de fisioterapia.**

<b>Material de oficina</b>	<b>Unidades</b>	<b>Euros</b>	<b>total</b>
<b>Papel, bolígrafos, etc.</b>	-	-	300e
<b>Pendrive 128G</b>	2	34.99e	69.98e
<b>Programa SPSS</b>	-	Gratuito	-

<b>Variables</b>	-	-	500e
<b>Total</b>			869,98e

**Tabla 3. Presupuesto del material de oficina.**

De esta forma, si sumamos el presupuesto de las tres tablas necesitaremos 3311,55e para la elaboración de este proyecto. Sin embargo, el director del proyecto enviará la documentación necesaria al Colegio de Fisioterapeutas de Cataluña solicitando las becas y ayudas a la investigación. De este modo, el coste total se puede ver reducido significativamente si adjudican la beca para llevar a cabo este proyecto.

## 11. Bibliografía

1. Molinuevo DJS, Cano DSP. ANÁLISIS DEL MECANISMO DE PRODUCCIÓN DE LESIÓN DE LOS PARTICIPANTES POSTOPERADOS DEL LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR EN EL HOSPITAL CLÍNICO DE SAN CARLOS. Available from: <http://www.reefd.es/index.php/reefd/article/view/564/526>
2. Fuller CW, Molloy MG, Bagate C, Bahr R, Brooks JHM, Donson H, et al. Consensus statement on injury definitions and data collection procedures for studies of injuries in rugby union. *Clin J Sport Med*. 2007;17(3):177–81.
3. Álvarez R, López F, Martínez J. Rehabilitación Del Paciente Con Lesión Del Ligamento Cruzado Anterior De La Rodilla (Lca). Revisión. *Rev Int Med y Ciencias la Act Física y del Deport / Int J Med Sci Phys Act Sport* [Internet]. 2008;8(29):31. Available from: <http://www.redalyc.org/html/542/54222978004/>
4. Morillo-Baro JP, Reigal RE, Hernández-Mendo A. Revisión de los factores de riesgo y los programas de prevención de la lesión del ligamento cruzado anterior en fútbol femenino: propuesta de prevención. *RICYDE Rev Int Ciencias del Deport*. 2015;11(41):226–44.
5. Shalhoub S, Fitzwater FG, Cyr AJ, Maletsky LP. Variations in medial-lateral hamstring force and force ratio influence tibiofemoral kinematics. *J Orthop Res*. 2016;34(10):1707–15.
6. Fältström A, Hägglund M, Kvist J. Functional Performance among Active Female Soccer Players after Unilateral Primary Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Compared with Knee-Healthy Controls. *Am J Sports Med*. 2017;45(2):377–85.
7. Rodilla Lesión de Ligamento Cruzado Anterior. 2018; Available from: <http://fisioterapiayterapiaocupacional.blogspot.com.es/2015/08/rodilla-lesion-de-ligamento-cruzado.html>
8. Woo SLY, Abramowitch SD, Kilger R, Liang R. Biomechanics of knee ligaments: Injury, healing, and repair. *J Biomech*. 2006;39(1):1–20.
9. Beynnon BD, Vacek PM, Newell MK, Tourville TW, Smith HC, Shultz SJ, et al. The effects of level of competition, sport, and sex on the incidence of first-time

- noncontact anterior cruciate ligament injury. *Am J Sports Med*. 2014;42(8):1806–12.
10. Joseph AM, Collins CL, Henke NM, Yard EE, Fields SK, Comstock RD. A multisport epidemiologic comparison of anterior cruciate ligament injuries in high school athletics. *J Athl Train*. 2013;48(6):810–7.
  11. William EP. Técnicas de Rehabilitación en Medicina Deportiva. 2009. 509-558 p.
  12. Ayala-Mejías JD,\* García-Estrada GA \*\* Alcocer Pérez-España L\*\*\*. Lesiones del ligamento cruzado anterior. *Acta ortopédica Mex* [Internet]. 2014;28(1):57–67. Available from:  
[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2306-41022014000100012](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2306-41022014000100012)
  13. Boatella Crotina D. LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR: ¿REHABILITANDO O ENTORPECIENDO LA CURACIÓN? 2018; Available from:  
<https://nutrisaludeportiva.wordpress.com/2014/04/25/ligamento-cruzado-anterior-rehabilitando-o-entorpeciendo-la-curacion/>
  14. Fu FH, Bennett CH, Lattermann C, Ma CB. Current trends in anterior cruciate ligament reconstruction. Part 1: Biology and biomechanics of reconstruction. *Am J Sports Med* [Internet]. 1999;27(6):821–30. Available from:  
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10569374>
  15. Márquez JJ, Márquez WH. Lesiones del ligamento cruzado anterior de la rodilla. *Iatreia*. 2010;22(3):256–71.
  16. Quelard B, Rachet O, Sonnery-Cottet B, Chambat P. Rehabilitación postoperatoria de los injertos del ligamento cruzado anterior. *EMC - Kinesiterapia - Med Física* [Internet]. Elsevier Masson; 2010 Jan 1 [cited 2018 May 24];31(4):1–16. Available from:  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1293296510707179>
  17. Å SLW, Abramowitch SD, Kilger R, Liang R. Biomechanics of knee ligaments : injury , healing , and repair. 2006;39:1–20.

18. del Rosario Facultad de Rehabilitación Desarrollo Humano FACULTAD REHABILITACIÓN Y DESARROLLO HUMANO U DE, Claudia Panesso María Constanza Trillos Ingrid Tolosa Guzmán M. BIOMECÁNICA CLÍNICA DE LA RODILLA. 2008 [cited 2018 Jan 11]; Available from: [http://www.urosario.edu.co/urosario\\_files/4f/4f59d9d9-1c91-4115-9206-7b2b96342c14.pdf](http://www.urosario.edu.co/urosario_files/4f/4f59d9d9-1c91-4115-9206-7b2b96342c14.pdf)
19. Victorio B. Entrenamiento de Fuerza. 2015; Available from: <https://webfisioterapia.wordpress.com/2015/03/12/entrenamiento-de-fuerza/>
20. Kremen TJ, Polakof LS, Rajaei SS, Nelson TJ, Metzger MF. The Effect of Hamstring Tendon Autograft Harvest on the Restoration of Knee Stability in the Setting of Concurrent Anterior Cruciate Ligament and Medial Collateral Ligament Injuries. *Am J Sports Med*. 2018;46(1):163–70.
21. Li G, Rudy TW, Sakane M, Kanamori A, Ma CB, Woo SLY. The importance of quadriceps and hamstring muscle loading on knee kinematics and in-situ forces in the ACL. *J Biomech*. 1999;32(4):395–400.
22. Withrow TJ, Huston LJ, Wojtys EM, Ashton-Miller JA. Effect of varying hamstring tension on anterior cruciate ligament strain during in vitro impulsive knee flexion and compression loading. *J Bone Jt Surg - Ser A*. 2008;90(4):815–23.
23. Shim J-K, Choi H-S, Shin J-H. Effects of neuromuscular training on knee joint stability after anterior cruciate ligament reconstruction. *J Phys Ther Sci* [Internet]. 2015;27(12):3613–7. Available from: [https://www.jstage.jst.go.jp/article/jpts/27/12/27\\_jpts-2015-230/\\_article](https://www.jstage.jst.go.jp/article/jpts/27/12/27_jpts-2015-230/_article)
24. Mozo AG. Fisioterapia en la prevención de la lesión de LCA en futbolistas. *Reduca (enfermería, Fisioter y Podol)*. 2014;6(3):210–55.
25. Angoules AG, Mavrogenis AF, Dimitriou R, Karzis K, Drakoulakis E, Michos J, et al. Knee proprioception following ACL reconstruction; a prospective trial comparing hamstrings with bone-patellar tendon-bone autograft. *Knee* [Internet]. Elsevier B.V.; 2011;18(2):76–82. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.knee.2010.01.009>



26. Reconstrucción de LCA y menisectomía parcial lateral. 2017; Available from: <https://www.taringa.net/posts/deportes/19955556/Reconstruccion-de-LCA-y-menisectomia-parcial-lateral.html>
27. Operación del ligamento cruzado anterior. 2016; Available from: <http://ligamentocruzadoanterior.net/operacion/>
28. Leys T, Salmon L, Waller A, Linklater J, Pinczewski L. Clinical results and risk factors for reinjury 15 years after anterior cruciate ligament reconstruction: A prospective study of hamstring and patellar tendon grafts. *Am J Sports Med.* 2012;40(3):595–605.
29. Alentorn-Geli E, Myer GD, Silvers HJ, Samitier G, Romero D, Lázaro-Haro C, et al. Prevention of non-contact anterior cruciate ligament injuries in soccer players. Part 1: Mechanisms of injury and underlying risk factors. *Knee Surgery, Sport Traumatol Arthrosc.* 2009;17(7):705–29.
30. Marrale J, Morrissey MC, Haddad FS. A literature review of autograft and allograft anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surgery, Sport Traumatol Arthrosc.* 2007;15(6):690–704.
31. Gotlin R. Guía ilustrada de las lesiones deportivas. 2009.
32. cabrera C. Manual completo PARA PREVENIR LESIONES DE FUTBOL [Internet]. [cited 2018 May 10]. Available from: <https://es.slideshare.net/chicof32/manual-completo-para-prevenir-lesiones-de-futbol>
33. Voight ML, Hardin JA, Blackburn TA, Tippet S, Canner GC. The Effects of Muscle Fatigue on and the Relationship of Arm Dominance to Shoulder Proprioception. *J Orthop Sport Phys Ther* [Internet]. 1996;23(6):348–52. Available from: <http://www.jospt.org/doi/10.2519/jospt.1996.23.6.348>
34. Kiapour AM, Murray MM. Basic science of anterior cruciate ligament injury and repair. *Bone Joint Res* [Internet]. 2014;3(2):20–31. Available from: <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=3922117&tool=pmcentrez&rendertype=abstract>

35. Iwasa J, Ochi M, Adachi N, Tobita M, Katsube K UY. Proprioceptive improvement in knees with anterior cruciate ligament reconstruction. 2000;(381):168–76.
36. Laporta J-R. Principios básicos de investigación clínica. Available from: [http://files.sld.cu/cdfc/files/2010/02/principios\\_basicos\\_inv\\_clin.pdf](http://files.sld.cu/cdfc/files/2010/02/principios_basicos_inv_clin.pdf)
37. Equipos Liga Santander 2017 - 2018 - Plantillas y jugadores de primera división [Internet]. 2017 [cited 2018 May 21]. Available from: <http://www.marca.com/futbol/primera/equipos.html>
38. Jugadores agrupados por comunidad autónoma, Primera, Segunda y Segunda B [Internet]. 01-05-2018. 2018 [cited 2018 May 3]. Available from: <https://www.bdfutbol.com/es/a/jc.html>
39. Pita Fernández S. Determinación del tamaño muestral [Internet]. 1996 [cited 2018 Mar 8]. p. 3: 138–14. Available from: <http://www.fisterra.com/mbe/investiga/9muestras/9muestras2.asp>
40. González G, Oyarzo C, Fischer M, de la Fuente MJ, Díaz V, Berral FJ. Entrenamiento específico del balance postural en jugadores juveniles de fútbol. Rev Int Med y Ciencias la Act Fis y del Deport. 2011;11(41):95–114.
41. Longo UG, Loppini M, Berton A, Marinozzi A, Maffulli N, Denaro V. The FIFA 11+ program is effective in preventing injuries in elite male basketball players: A cluster randomized controlled trial. Am J Sports Med. 2012;40(5):996–1005.
42. Van Beijsterveldt AMC, Van De Port IGL, Krist MR, Schmikli SL, Stubbe JH, Frederiks JE, et al. Effectiveness of an injury prevention programme for adult male amateur soccer players: A cluster-randomised controlled trial. Sport en Geneeskde. 2012;45(5):6–13.
43. Soligard T, Myklebust G, Steffen K, Holme I, Silvers H, Bizzini M, et al. Comprehensive warm-up programme to prevent injuries in young female footballers: Cluster randomised controlled trial. BMJ. 2009;338(7686):95–9.
44. Ejercicios del programa de calentamiento FIFA 11+ para reducir lesiones [Internet]. [cited 2018 May 15]. Available from:

<http://www.digitalfootballcommunity.com/mundo-futbol/fifa-11-programa-calentamiento/>

45. Blatter J.S, Grimm K KD. Salud y buena condición física de las futbolistas. Cent Evaluación e Investig Médica la FIFA. 2008;<http://es.fifa.com/development/news/y=2008/m=2/new>.
46. Espinoza-Navarro O, Valle S. Composición Corporal y el Efecto de un Programa de Fuerza Auxiliar para Prevenir Lesiones en Musculos Cuádriceps Femoral, Isquiotibiales y Bíceps Femoral en Jóvenes Universitarios Futbolistas. Int J Morphol [Internet]. 2014;32(3):1095–100. Available from: [http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0717-95022014000300056&lng=en&nrm=iso&tlng=en](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-95022014000300056&lng=en&nrm=iso&tlng=en)
47. Malliaropoulos N, Panagiotis T, Jurdan M, Vasilis K, Debasish P, Peter M, et al. Muscle and intensity based hamstring exercise classification in elite female track and field athletes: implications for exercise selection during rehabilitation. Open Access J Sport Med [Internet]. 2015;209. Available from: <http://www.dovepress.com/muscle-and-intensity-based-hamstring-exercise-classification-in-elite--peer-reviewed-article-OAJSM>
48. Ávalos CN, Berrío JA, Mario AC. Evidencia del trabajo propioceptivo prevención de lesiones deportivas utilizado en la prevencion de lesiones deportivas. Univ Antioquia [Internet]. 2007;1–69. Available from: <http://viref.udea.edu.co/contenido/pdf/062-evidencia.pdf>
49. Honduras C médico de. Principios de la ética de la investigación y su aplicación. 2012;80(2):75–6.
50. Gobierno de España. Ley de Protección de Datos de Carácter Personal. BOE; Legis Consolidada [Internet]. 2011;1–21. Available from: <http://www.boe.es/buscar/pdf/1999/BOE-A-1999-23750-consolidado.pdf>
51. Ley orgánica 15/1999. Ley de Protección de Datos de Carácter personal. BOE núm. 298. 2011.
52. Valdespino Gómez JL, García García MDL. Declaración de Helsinki. Gac Med Mex. 2001;137(4):391.

53. National Institutes of Health. Informe Belmont. Principios y guías éticos para la protección los sujetos humanos Investig Com Nac para la protección los sujetos humanos Investig biomédica y del Comport [Internet]. 1979;4–6. Available from: <http://www.salesianos-cadiz.com/Descargas/Escolar/ESO-Bachillerato/Bachillerato/2do Bachillerato/2do A/InformeBelmont.pdf>

## 12. Anexo

### ANEXO 1: CONSENTIMIENTO INFORMADO

Yo,.....  
.de.....años de edad y con DNI....., participante  
del estudio, declaro:

Que he sido informado por.....de todas  
las posibilidades, riesgos y beneficios del tratamiento, y que puedo conocer los  
resultados relativos a mi persona. Que será respetada mi integridad física y moral, se  
mantendrá la discreción y que en cualquier momento puedo revocar mi  
consentimiento. Dado que he recibido la información necesaria, que he podido  
formular todas las preguntas que he creído convenientes y que se han resuelto todas  
mis dudas, doy mi consentimiento.

A.....de.....de.....

	Nombre:  Nº de colegiado:
Firma del paciente	Firma del fisioterapeuta